

NEDERLANDSCHE PLANTENZIEKTENKUNDIGE (PHYTOPATHOLOGISCHE) VEREENIGING.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

IR. N. VAN POETEREN, PROF. DR. W. K. J. ROEPKE EN
PROF. DR. JOH.^A WESTERDIJK

36e Jaargang

1e aflevering

Januari 1930

ORIËNTEEREND ONDERZOEK OMTRENT PHYSIOLOGIESE SPECIALISATIE VAN PUCCINIA TRITICINA ERIKS. IN NEDERLAND

WITH A SUMMARY: ORIENTATION ABOUT PHYSIOLOGIC SPECIALIZATION OF PUCCINIA TRITICINA ERIKS. IN THE NETHERLANDS

DOOR

S. J. WELLENSIEK

(vroeger: Wageningen, Holland; thans: Buitenzorg, Java)

INLEIDING.

In het algemeen gesproken kunnen roestziekten op drie wijzen worden bestreden, nl.:

1. het uitroeien van de planten, waarop tweehuizige roestsoorten een gedeelte van hun levenscyclus doorbrengen, voor zoover natuurlijk deze planten geen ekonomies belang hebben. Algemeen bekend is in deze het uitroeien van de Berberis, waarop onder bepaalde klimaatsverhoudingen *Puccinia graminis* zijn pycnia en aecia vormt.

2. een bestuiving met uiterst fijn verdeelde zwavel, hetgeen in de laatste jaren een zeer effectief bestrijdingsmiddel tegen verschillende roestziekten is gebleken. Voor litteratuur verwijs ik naar LAMBERT and STAKMAN (6), die onlangs een volledige literatuurlijst — welke intussen nog weinig omvangrijk is — hebben toegevoegd aan hun eigen werk over zwavelbestuiving.

3. het verbouwen van resistente rassen.

Gaan wij na welke van deze drie bestrijdingswijzen voor Nederland in aanmerking komen, speciaal voor zoover het de graanroesten betreft, dan valt op te merken, dat het uitroeien van de planten, waarop de voorjaarsstadia van de roestschimmels zich ontwikkelen, niet effectief kan zijn, omdat in ons kli-

maat de roesten het buiten deze stadia kunnen stellen. Zij overwinteren nl. in den uredo-vorm op het wintergraan.

Zwavelbestuiving zal, zeer zeker voorloopig, te veel techniese moeilijkheden ontmoeten om op eenigszins groote schaal te kunnen worden toegepast. Intussen kan deze bestrijdingswijze zijn nut hebben voor kleine proefveldjes, waar eenige roestschade als zeer ongewenst mocht worden beschouwd.

Rest het verbouwen van resistente rassen en hierin liggen ongetwijfeld toekomst-mogelijkheden van beteekenis. Intussen zullen eerst dusdanige rassen moeten worden gekweekt, die naast roest-resistentie beschikken over andere gewenste eigenschappen. Dit veredelingsprobleem moet — wil het op de meest rationeele wijze worden uitgevoerd — gebaseerd zijn op phytopathologische grondslagen. Met zuiver phytopathologische methoden moet allereerst worden nagegaan welke verschillen in vatbaarheid worden aangetroffen onder het ons ter beschikking staande rassensortiment. Naar aanleiding hiervan wordt dan eventueel een keuze gedaan der ouderplanten, welke voor kruising zullen worden gebruikt.

Bij vrijwel ieder ruim opgezet vatbaarheidsonderzoek, waarbij behalve met verschillende rassen van de voedsterplant ook gewerkt is met verschillende isolaties van de parasiet, is nu gebleken, dat er naast verschillen in vatbaarheid onder de verschillende rassen der voedsterplanten ook verschillen voorkomen onder de verschillende isolaties van de parasiet met betrekking tot het infectievermogen. Bij totale of nagenoeg totale afwezigheid van morphologische verschillen tussen parasiet 1 en parasiet 2 is het b.v. mogelijk, dat 1 een tarwe A wel en een tarwe B niet aantast, terwijl 2 daarentegen A niet, doch B wel aantast. In den vorm van een tabel wordt dit b.v. aldus weergegeven.

	parasiet 1	parasiet 2
tarwe A	+	—
tarwe B	—	+

Het voorkomen van dergelijke verschillen onder de parasieten wordt aangeduid als „physiologische specialisatie” en de verschillende vormen van de parasieten worden „physiologische vormen” genoemd, ook wel — speciaal in Duitsland — „Biotypen”. De aanvankelijk veel gebruikte term „biologische vormen” wordt vrijwel niet meer gebruikt. Men onderscheidt de physiologische vormen door ze te nummeren met Arabiese cijfers. Soms worden nog wel Latijnse cijfers gebruikt — speciaal in Duitsland, — terwijl het gebruik van Griekse letters vrijwel is verlaten, omdat in sommige gevallen het aantal der physiologische vormen te groot werd.

Physiologische specialisatie is in 1894 ontdekt door ERIKSSON en HENNING (3, pp. 71—72), terwijl onze kennis omtrent dit verschijnsel vooral aanzienlijk is vermeerderd door het werk van STAKMAN en zijn medewerkers in de V. S., dat begonnen is in 1917 (12). Uitgebreide onderzoekingen hebben thans ook plaats in Canada, terwijl in de laatste jaren ook in Duitsland op dit gebied wordt gewerkt.

Het vóórkomen van physiologische vormen maakt het kweken van resistente rassen gecompliceerd, doordat men natuurlijk een ras moet trachten te kweken, dat resistent is tegen alle in een bepaald gebied voorkomende vormen van de parasiet. Doch de erkenning van deze complicatie heeft het kweken van resistente rassen op een vaste basis gebracht. Het heeft ons geleerd niet alleen met bepaalde vormen van de voedsterplanten, doch ook met bepaalde vormen van de parasiet te werken.

In het hier volgende artikel worden de resultaten medegedeeld van een oriënteerend onderzoek omtrent physiologische specialisatie van de bruine tarweroest, *Puccinia triticina* ERIKS., in Nederland.

LITTERATUUR.

In 1899 is de soort *Puccinia triticina* gediagnostiseerd door ERIKSSON (2, pp. 270—271), nadat ERIKSSON (1, p. 316) deze soort aanvankelijk had beschouwd als een vorm van *Puccinia dispersa*. Van deze meening kwam hij o.a. hierom terug, dat de roest van rogge *Anchusa*-soorten wel aantast (voorjaarsstadium), hetgeen niet geschiedt door de roest van tarwe (2, pp. 254—257). Eerst in 1921 hebben JACKSON en MAINS (4) gevonden, dat de aecidien-vorm van *P. triticina* zich ontwikkelt op soorten van *Thalictrum*.

Het voorkomen van physiologische vormen binnen de soort *P. triticina* is het eerst vastgesteld door MAINS en JACKSON (8) in 1921. Twee jaar later vermeldten deze beide onderzoekers nieuwe gegevens in voorloopige vorm (9), om in 1926 een gedetailleerde publicatie te geven (10). In de Vereenigde Staten hebben MAINS en JACKSON 12 physiologische vormen gevonden, welke door hen zijn gedifferentieerd door de reacties te bestudeeren op 11 verschillende tarwerassen, de „differential hosts” voor physiologische vormen van *P. triticina*. Met deze zelfde collectie van tarwerassen heeft SCHEIBE (11) in 1928 gevonden, dat in Duitsland vorm 11 van MAINS en JACKSON voorkomt, terwijl bovendien 3 nieuwe vormen werden gedifferentieerd, welke niet in de Vereenigde Staten waren gevonden.

Er zijn dus thans 15 vormen bekend, waarvan 1 t/m 12 in de Vereenigde Staten zijn gevonden, 13 t/m 15 benevens 11 in Duitsland.

METHODEN VAN ONDERZOEK.

Nadat de met *P. triticina* bezette tarwebladeren afgeplukt zijn, kunnen deze het makkelijkst vervoerd of verzonden worden in enveloppen. Het materiaal blijft, ook in warme zomerdagen, enkele dagen goed, hoewel bewaren bij lage temperatuur aanbeveling verdient. Zoo spoedig mogelijk moet de schimmel worden geënt op levende bladeren van vatbare tarweplanten. Dit geschiedt door de bladeren met fijn verdeeld water te bevochtigen (vaporisator), de waslaag weg te wrijven, waarna met een steriele naald de roestsporen op de bladonderzijden worden gebracht. De planten worden gedurende twee dagen geplaatst in een afgesloten ruimte met zeer hoge vochtigheid, hetgeen ontkiemen der sporen en binnendringen der sporenbuizen bevordert. Gemiddeld na 9 of 10 dagen is te zien of infectie heeft plaats gehad, terwijl omstreeks 2 dagen later de nieuw gevormde sporen ontwikkeld zijn.

Aangezien roestzwammen obligate parasieten zijn, kunnen zij slechts in leven worden gehouden door geregelde overenting op jonge planten. Dit moet iedere 2 of 3 weken geschieden.

Bij het bestudeeren van physiologische specialisatie moeten verschillende isolaties geïsoleerd worden gekweekt. Voor dit doel is het afdoende om deze te kweken in kas-afdeelingen, welke van elkaar zijn gescheiden door glas en welke aan de voorkant open zijn.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de methoden van roest-onderzoek verwijs ik naar MAINS (7).

Ik ben uitgegaan van 5 verschillende roest-isolaties, in 1928 verzameld in Groningen. (Roodeschool), resp. Noord-Holland (Wieringerwaard), Zeeland (Wilhelminapolder), Limburg (Beesel) en Wageningen. Met deze 5 isolaties werd in den zomer van 1929 allereerst een aantal in Nederland verbouwde tarwerassen op hun vatbaarheid onderzocht, waarna met behulp van de 11 „differential hosts” van MAINS en JACKSON nagegaan werd welke physiologische vormen in het bestudeerde materiaal vertegenwoordigd waren. Bij iedere infectie-proef werden 10—12 planten tegelijk behandeld. Deze werden in één pot gekweekt. De boekhouding geschiedde met behulp van een kaartsysteem, als eenheid waarbij de in één pot groeiende planten werden genomen.

DE TIEPEN VAN INFEKTIE.

Als uitdrukking van de verschillen in vatbaarheid kunnen 5 tiepen van infectie scherp van elkaar worden onderscheiden. Deze worden in het algemeen bij graanroestonderzoekingen en speciaal ook in de boven geciteerde onderzoekingen van MAINS en JACKSON en van SCHEIBE aangeduid als tiepe 0, tiepe 1, tiepe 2, tiepe 3 en tiepe 4. De infectietiepen zijn als volgt gekarakteriseerd:

Tiepe 0, uiterst resistent (fig. 1). Nekrotiese of chlorotiese vlekken, welke van zeer klein tot vrij groot kunnen zijn. Geen uredinia. De wel voor dit tiepe gebruikte term „immuun” kan beter vermeden worden.

Tiepe 1, zeer resistent (fig. 2). Weinig zeer kleine uredinia, welke in een nekrotiese vlek liggen; soms ook naast dit tiepe van aantasting nekrotiese vlekken zonder uredinia.

Tiepe 2, matig resistent (fig. 3). Op te vatten als een versterking van tiepe 1: grootere uredinia, welke steeds in een nekrotiese vlek liggen.

Tiepe 3, matig vatbaar (fig. 4). Zeer duidelijke uredinia, vaak afgezonderd van elkander, meestal in chlorotiese vlekken.

Tiepe 4, zeer vatbaar (fig. 5). Grootte uredinia, verschillende dicht bij elkaar, geen nekrose of chlorose.

Ik merk nog op, dat in de figuren het verschil tussen nekrose en chlorose slechts weergegeven wordt door de minder of meer donkere tint van de vlekken. Verder zij opgemerkt, dat de intensiteit, waarin een bepaald tiepe optreedt, weergegeven wordt door + of — teekens, b.v. 3+, 1—, waarbij echter ongetwijfeld het persoonlijke element van de waarnemer niet is uit te schakelen.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

1. *De vatbaarheid der in Nederland gekweekte tarwerassen.*

Nadat de werkwijze boven vrij uitvoerig is beschreven, kunnen de resultaten in weinig woorden worden weergegeven.

Alle onderzochte tarwerassen waren matig tot zeer vatbaar voor alle vijf de isolaties van de parasiet. De onderzochte rassen zijn: Batauwe, Gelderse Ris, General Von Stocken, Kruisingsangel, Mansholt III, Matador, Blé Noé, Robusta, Siegerländer, Svalöf's Ridder, Waard en Groet, W. × E. P., Zeeuwse tarwe.

Imperial IIa en Jacob Cats gaven bij een eerste onderzoek zeer weinig infectie. Herhaling leverde echter 100 % infectie, zoodat ook deze beide rassen vatbaar zijn. Aangezien het eerste onder-

zoek van beide rassen gelijktijdig is verricht, zouden wij ons kunnen denken, dat tijdelijke zeer ongunstige omstandigheden het totstandkomen van infectie hebben verhinderd.

De rassen Wageningen en Weibull's Standaard hebben twijfelachtige resultaten gegeven, welke bij herhaald onderzoek niet volledig werden opgehelderd. Deze rassen zullen nader moeten worden beproefd. Het ras Yeoman reageerde bij een eerste onderzoek matig resistent ten opzichte van de Limburgse isolatie, terwijl het vatbaar was voor de andere isolaties. Herhaald onderzoek met omstreeks 50 planten heeft dit niet bevestigd, zoodat in dit geval niet mag worden gekonkludeerd, dat de Limburgse isolatie een andere physiologische vorm representeert dan de overige isolaties.

Het vatbaarheidsonderzoek heeft dus geen aanwijzingen gegeven voor het bestaan van physiologische specialisatie, aangezien alle onderzochte tarwerassen gelijk reageerden ten opzichte van alle isolaties van de parasiet.

2. *Vaststelling van de physiologische vormen.*

Door de tiepen van infectie op de 11 „differential hosts” van MAINS en JACKSON te bepalen, kon worden vastgesteld, dat de Groningse isolatie identiek is met physiologische vorm 11, dat de Noord-Hollandse, de Zeeuwse en de Limburgse isolaties met vorm 14 en de Wageningse isolatie met vorm 15 samenvallen. In achterstaande tabel I zijn de door mij vastgestelde infectietiepen vermeld, benevens de door MAINS en JACKSON voor vorm 11 en door SCHEIBE voor vormen 14 en 15 aangegeven infectietiepen.

Wanneer wij in het oog houden, dat verschillen tussen opvolgende infectietiepen niet duidelijk genoeg zijn om physiologische vormen op te baseeren — de differentiatie der vormen geschiedt op grond van het voorkomen van ver uit elkaar liggende tiepen van infectie, — is in alle gevallen de overeenkomst tussen „Groningen” en vorm 11, tussen „Noord-Holland”, „Zeeland” en „Limburg” en vorm 14 en tussen „Wageningen” en vorm 15 duidelijk uitgesproken. Er is dan ook geen twijfel mogelijk, dat in mijn materiaal vormen 11, 14 en 15 voorkomen.

Figuren 6 t/m 16 illustreeren de tiepen van infectie der 5 isolaties op de 11 „differential hosts”. Men vergelijke de figuurverklaring aan het eind van dit artikel. Speciaal zij de aandacht gevestigd op de gelijke reacties der middelste drie bladeren in alle figuren, hetgeen wijst op identiteit der isolaties uit Noord-Holland, Zeeland en Limburg. Verder demonstreeren figuren

TABEL I. De infectietiepen der vijf isolaties van *P. triticina* en der drie corresponderende physiologische vormen op de „differential hosts” van MAINS en JACKSON.

(TABLE I. The types of infection of the five isolations and of the three corresponding physiologic forms of *P. triticina* on MAINS and JACKSON's differential hosts.)

Herkomst der roest of phys. vorm. (Origin of rust or phys. form)	Groningen		N.-Holland		Limburg	Wageningen		figuur-nummer (number of figure)
„Differential host”	phys. vorm 11				phys. vorm 14	phys. vorm 15		
Malakoff, C.I. ¹⁾ 4898 ...	0	0	0	0	0-1	0	0	6
Michigan Amber 29-1-1-1	4	4	4	4	4	4	4	7
Norka, C.I. 4377	0	0	0	0	0	0	0	8
Unnamed, C.I. 3756	2++	2+	1+	1	1+	2-	0	9
Unnamed, C.I. 3778	3-4	3-4	4	4	4	0-1	0-1	10
Webster, C.I. 3780	2++	1-2+	1+	1	1	0	0	11
Unnamed, C.I. 3747	2	1-2+	1	1-	1	0	0	12
Unnamed, C.I. 3779	3-4	3-4	4	4	3-4	4	0-1	13
Mediterranean, C.I. 3332	2+	1-2	1-2	1-2	1-2	0	4-	14
Hussar, C.I. 4843	1+	0-2	4	4	4	0-1	0-1	15
Democrat, C.I. 3384	2+	0-2	1	1-2	1	0	4-	16

¹⁾ C. I. = „Cereal Investigation”-nummer van het United States Department of Agriculture.

10 en 13 de differentiatie der Wageningse isolatie, terwijl fig. 15 speciaal instructief is als demonstratie der differentiatie van de Groningse isolatie.

BESPREKING DER RESULTATEN.

Om allereerst te wijzen op een tweetal punten van kritiek met betrekking tot de gevolgde werkwijze, vestig ik de aandacht op het feit, dat met een betrekkelijk gering aantal proefplanten per serie is gewerkt, nl. 10—12, terwijl verder van de verschillende isolaties geen enkelspoorkultures zijn gemaakt. In vrijwel alle gevallen is echter een volkomen identieke reactie van alle planten uit één serie waargenomen, hetgeen het bezwaar van een te gering aantal proefplanten vrijwel geheel wegneemt en de mogelijkheid van voorkomen van mengsels van vormen — doordat niet met enkelspoorkultures is gewerkt — wel zeer gering

maakt. De twee uitzonderingen op het voorkomen van uniforme infectie werden aangetroffen bij twee planten van Mediterranean, C. I. 3332, welk ras echter bekend was als niet geheel zuiver, zoodat hier ongetwijfeld afwijkende genotiepen van de voedsterplant aanwezig zijn geweest. Verder zijn alle isolaties minstens gedurende 16 generaties overgeënt op Wilhelminatarwe, voor met het eigenlijke onderzoek werd begonnen. Dit heeft ongetwijfeld zuiverend gewerkt, wanneer het uitgangsmateriaal niet zuiver mocht zijn geweest.

De tiepen van infectie zijn slechts bepaald op zeer jonge tarweplanten van gemiddeld 14 dagen ouderdom. Men zou zich kunnen afvragen in hoeverre de vatbaarheid van volwassen planten verandert gedurende het ouderworden. Hieromtrent hebben JOHNSTON en MELCHERS (5) vast kunnen stellen, dat resistentie van kiemplanten steeds resistentie van volwassen planten beteekent, terwijl onder de rassen met een vatbaar kiemplantstadium enkele voorkomen, welke als volwassen plant resistent zijn. Het omgekeerde is niet waargenomen, zoodat men voor praktische doeleinden veilig kan afgaan op de reactie van het kiemplantstadium.

Wat de praktische beteekenis der verkregen resultaten betreft, valt op te merken, dat onder het Nederlandse standaardsortiment van tarwerassen geen resistente tiepen zijn gevonden, terwijl daarentegen onder de „vreemde” rassen Malakoff, C. I. 4898, (fig. 6) en Norka, C. I. 4377, (fig. 8) uiterst resistent zijn tegen alle drie de gevonden physiologische vormen. Verbetering van onze Hollandse tarwerassen zal dus gezocht moeten worden in kruising met rassen als b.v. Malakoff en Norka.

Intussen houde men in het oog, dat het thans verrichte onderzoek niet meer is dan een oriëntatie. Het is zeer wel mogelijk, dat meer physiologische vormen van *P. triticina* dan de drie thans gevondene in Nederland voorkomen. Er is met veel te weinig isolaties gewerkt om eenig idee te kunnen vormen omtrent de geografiese verspreiding der physiologische vormen. Met de geografiese verspreiding hangt de vraag samen in hoeverre tarwerassen, welke in een bepaalde streek resistent zijn, dit ook in een andere streek zijn.

In de toekomst zal moeten worden gewerkt met een zoo groot mogelijk aantal isolaties en zal, op grond hiervan, gezocht moeten worden naar voor kruising geschikte ouderrassen. Verder zullen ook andere ziekten naast *P. triticina* in het resistentie-onderzoek moeten worden betrokken, in de eerste plaats wel de zeer belangrijke gele roest, *P. glumarum*. Er is mij in zeer voorloopige onderzoekingen gebleken, dat *P. glumarum* biezonder moeilijk in het

leven is te houden bij de hooge kastemperatuur in de zomer. Wellicht zou voor deze roest het werken in kunstmatig verlichte thermostaten goede resultaten opleveren. Gelijksoortig ingerichte thermostaten als onlangs werden gebruikt voor een onderzoek over de mogelijkheid van bewaring van pootaardappels in kunstlicht (13) voldoen aan de gestelde eisen.

SAMENVATTING.

MAINS en JACKSON (8, 9, 10) hebben in de Vereenigde Staten 12 physiologische vormen van *Puccinia triticina* gevonden. In Duitsland vond SCHEIBE (11) vorm 11 van MAINS en JACKSON en bovendien drie nieuwe vormen: 13, 14 en 15.

Onder vijf isolaties uit verschillende plaatsen van Nederland waren vormen 11, 14 en 15 vertegenwoordigd.

De in Nederland verbouwde tarwerassen waren alle vatbaar voor alle drie de physiologische vormen. Er bestaan echter vreemde tarwerassen, welke uiterst resistent zijn tegen de drie in Nederland gevonden physiologische vormen. Verbetering van ons tarwesortiment met betrekking tot resistentie tegen *P. triticina* moet gezocht worden in kruising met dergelijke vreemde, resistente rassen.

Een woord van dank zij hier gebracht aan Prof. C. BROEKEMA en aan Prof. H. K. H. A. MAYER GMELIN, beide te Wageningen, voor het afstaan van zaad der onderzochte tarwerassen.

SUMMARY:

ORIENTATION ABOUT PHYSIOLOGIC SPECIALIZATION OF PUCCINIA TRITICINA ERIKS. IN THE NETHERLANDS

Physiologic specialization in *P. triticina*, the orange leaf rust of wheat, was discovered by MAINS and JACKSON (8, 9, 10), who, in the United States, found 12 physiologic forms. SCHEIBE (11), in Germany, found form 11 and three new forms: 13, 14 and 15.

The present author found forms 11, 14 and 15 to occur among five isolations of *P. triticina* from different regions of the Netherlands (cp. table I on p. 7).

The wheat-varieties, usually grown in Holland, were all found to be equally susceptible to all three forms of the rust. Foreign varieties, however, exist which are highly resistant to the three forms, so that improvement of the dutch wheat-varieties can be accomplished by crossing with such resistant varieties.

The author is indebted to Dr. E. B. MAINS of Purdue University Agricultural Experiment Station at La fayette, Ind. and to Dr. ARNOLD SCHEIBE of the Biologische Reichsanstalt at Berlin-Dahlem, for handing over to him samples of the differential hosts.

*Instituut voor Phytopathologie,
Laboratorium voor Mycologie
en Aardappelonderzoek.*

Wageningen, 11 Dec. 1929.

GECITEERDE LITTERATUUR.

- (1) ERIKSSON, JAKOB: Ueber die Specialisirung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. (Ber. D. Bot. Ges. 12, 1894: 292—331).
- (2) ERIKSSON, JAKOB: Nouvelles études sur la rouille brune des céréales. (Ann. Sci. nat. 8ème série, tome 9, 1899: 241—288).
- (3) ERIKSSON, JAKOB and ERNST HENNING: Die Hauptresultate einer neuen Untersuchung über die Getreideroste. (Zsch. Pflanzenkrankh. 4, 1894: 66—73, 140—142, 197—203, 257—262).
- (4) JACKSON, H. S. and E. B. MAINS: Aecial stage of the orange leafrust of wheat, *Puccinia triticina* ERIKS. (J. agr. Res. 22, 1921: 151—172).
- (5) JOHNSTON, C. O. and L. E. MELCHERS: Greenhouse studies on the relation of age of wheat plants to infection by *Puccinia triticina*. (J. agr. Res. 38, 1929: 147—157).
- (6) LAMBERT, E. B. and E. C. STAKMAN: Sulphur dusting for the prevention of stem rust of wheat. (Phytopathology 19, 1929: 631—643).
- (7) MAINS, E. B.: Notes on greenhouse culture methods used in rust investigations. (Proc. Indiana Acad. Sci. 33, 1923 (1924): 241—257.)
- (8) MAINS, E. B. and H. S. JACKSON: Two strains of *Puccinia triticina* on wheat in the United States. (Phytopathology 11, 1921: 40, abstract.)
- (9) MAINS, E. B. and H. S. JACKSON: Strains of the leaf-rust of wheat, *Puccinia triticina*, in the United States (Phytopathology 13, 1923: 36, abstract.).
- (10) MAINS, E. B. and H. S. JACKSON: Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* ERIKSS. (Phytopathology 16, 1926: 89—120.)
- (11) SCHEIBE, ARNOLD: Studien zum Weizenbraunrost, *Puccinia triticina* ERIKSS. I. Methoden und Ergebnisse bei der Bestimmung seiner physiologische Formen (Biotypen). (Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Fortstwirtschaft. 16, 1928: 575—608.)
- (12) STAKMAN, E. C. and F. J. PIEMEISEL: A new strain of *Puccinia graminis* (Phytopathology 7, 1917: 73, abstract.)
- (13) WELLENSEK, S. J.: De vervanging van zonlicht door kunstlicht bij pootaardappelbewaring. (Tijdschr. Plantenziekten 35, 1929: 241—250, with English summary.)

FIGUUR-VERKLARING.

Figuren 1—5: De infectietiepen van *P. triticina* en wel:

- | | |
|------------------|------------------|
| Fig. 1. Tiepe 0. | Fig. 4. Tiepe 3. |
| Fig. 2. Tiepe 1. | Fig. 5. Tiepe 4. |
| Fig. 3. Tiepe 2. | |

Figuren 6—16: De infectietiepen van de 11 „differential hosts”, telkens na enting met de vijf isolaties en wel, in alle figuren, van links naar rechts met:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| a. Groningse isolatie. | d. Limburgse isolatie. |
| b. Noord-Hollandse isolatie. | e. Wageningse isolatie. |
| c. Zeelandse isolatie. | |

De „differential hosts” zijn de volgende:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Fig. 6. Malakoff, C. I. 4898. | Fig. 12. Unnamed, C. I. 3747. |
| Fig. 7. Michigan amber, 29-1-1-1. | Fig. 13. Unnamed, C. I. 3779. |
| Fig. 8. Norka, C. I. 4377. | Fig. 14. Mediterranean, C. I. 3332. |
| Fig. 9. Unnamed, C. I. 3756. | Fig. 15. Hussar, C. I. 4843. |
| Fig. 10. Unnamed, C. I. 3778. | Fig. 16. Democrat, C. I. 3384. |
| Fig. 11. Webster, C. I. 3780. | |

EXPLANATION OF FIGURES.

Figs. 1—5. The types of infection of *P. triticina*, namely:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| Fig. 1. Type 0. | Fig. 4. Type 3. |
| Fig. 2. Type 1. | Fig. 5. Type 4. |
| Fig. 3. Type 2. | |

Figs. 6—16: The types of infection of the 11 differential hosts, when inoculated with the five isolations which are in all figures:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| a. Isolation from Groningen. | d. Isolation from Limburg. |
| b. Isolation from North-Holland. | e. Isolation from Wageningen. |
| c. Isolation from Zeeland. | |

The differential hosts are:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Fig. 6. Malakoff, C. I. 4898. | Fig. 12. Unnamed, C. I. 3747. |
| Fig. 7. Michigan amber, 29-1-1-1. | Fig. 13. Unnamed, C. I. 3779. |
| Fig. 8. Norka, C. I. 4377. | Fig. 14. Mediterranean, C. I. 3332. |
| Fig. 9. Unnamed, C. I. 3756. | Fig. 15. Hussar, C. I. 4843. |
| Fig. 10. Unnamed, C. I. 3778. | Fig. 16. Democrat, C. I. 3384. |
| Fig. 11. Webster, C. I. 3780. | |

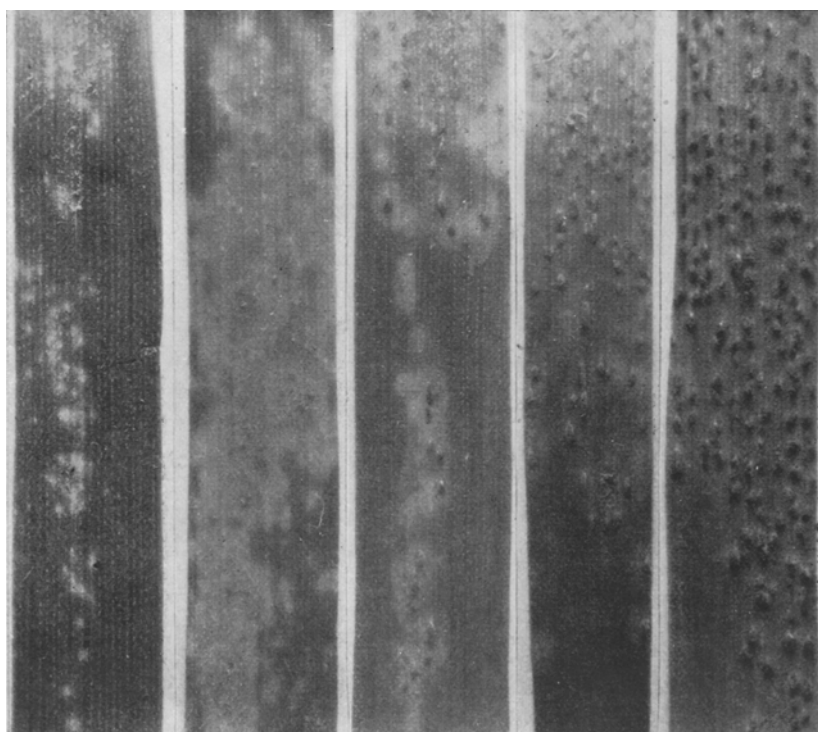
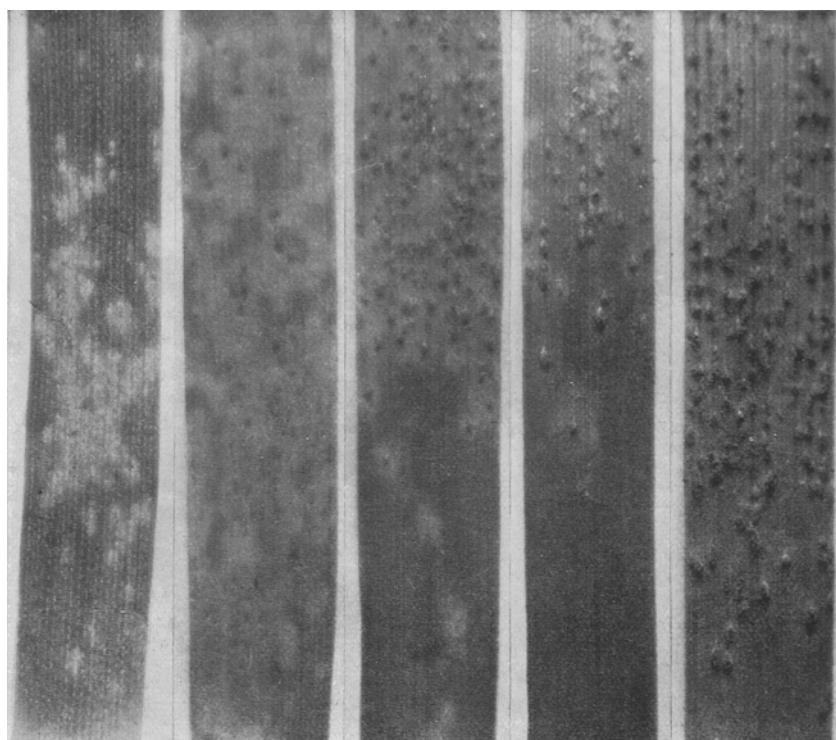


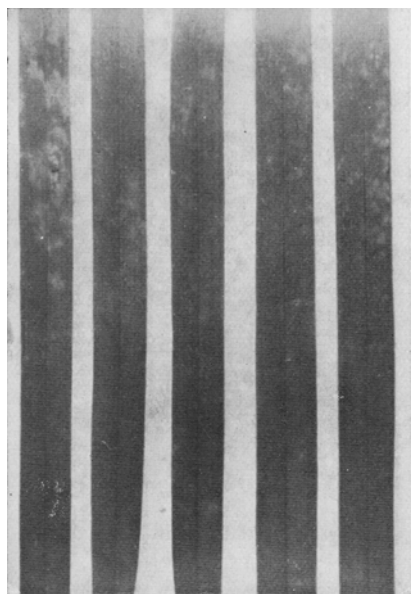
fig. 1

fig. 2

fig. 3

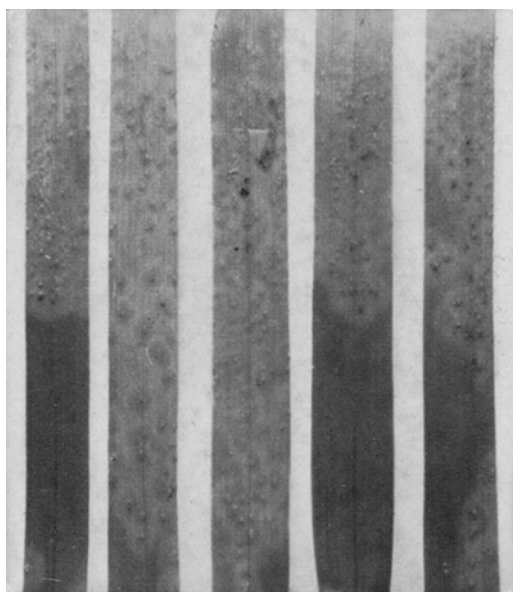
fig. 4

fig. 5



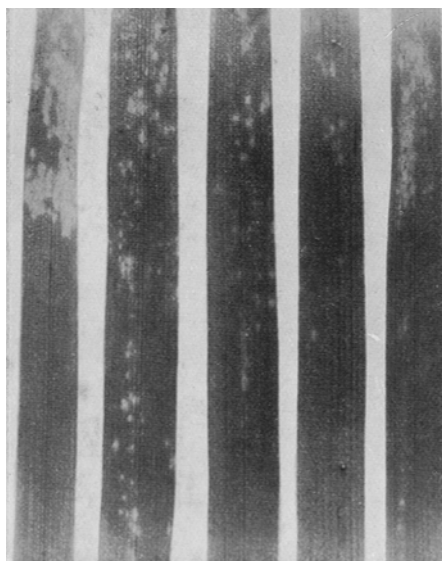
a b c d e

fig. 6



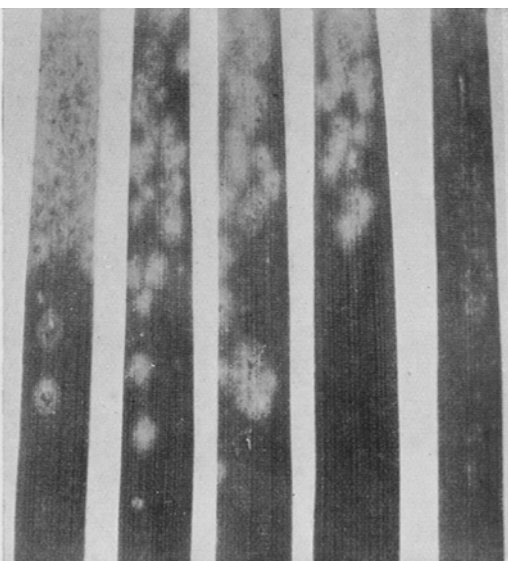
a b c d e

fig. 7



a b c d e

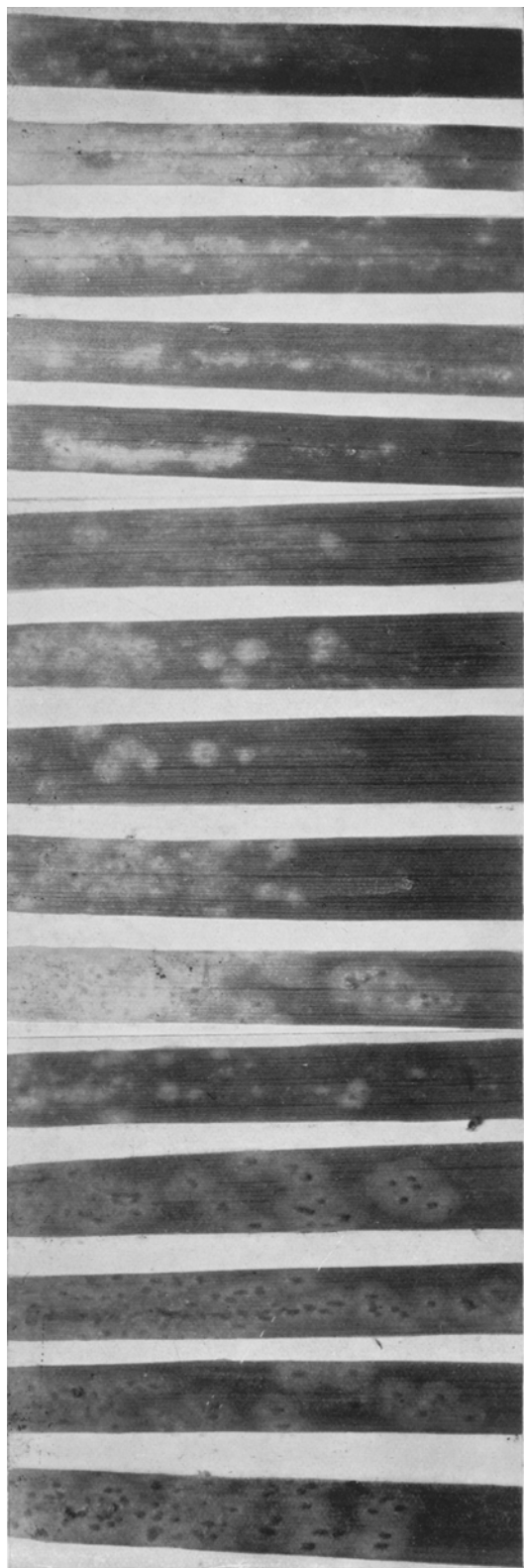
fig. 8



a b c d e

fig. 9

PLATE III

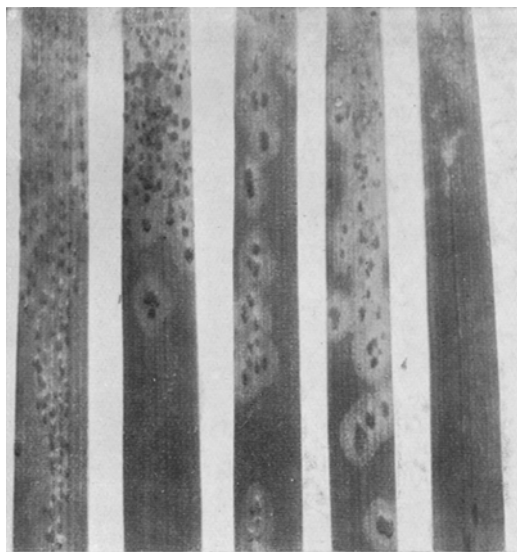


a b c d e

fig. 10

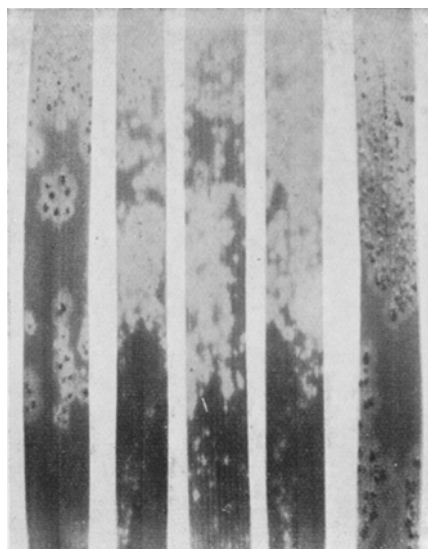
fig. 11

fig. 12



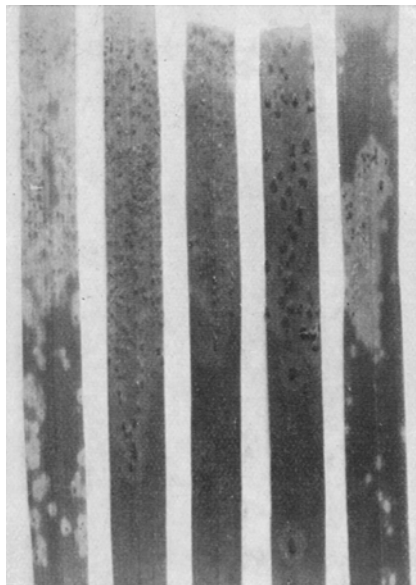
a b c d e

fig. 13



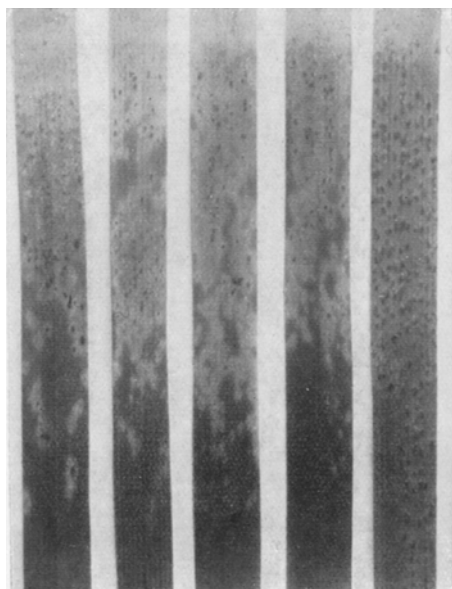
a b c d e

fig. 14



a b c d e

fig. 15



a b c d e

fig. 16